Aus der Heilklimatischen Forschungsstation Warnemünde
Direktor: Professor Dr. H. Curschmann

Untersuchungen über das Verhalten des Blutzuckers bei See- und Luftbädern

Dissertation

zur
Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Universität Rostock

vorgelegt von

Jakob Catrein
aus St. Wendel (Saargebiet)

Universitätsverlag von Robert Noske in Borna-Leipzig
1932

Referent: Professor Dr. H. Curschmann

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552721_0013

Die Veränderung des Blutzuckers beim Stoffwechselgesunden nach kalten Bädern ist eine Frage, die von verschiedenen Autoren und von verschiedenen Gesichtspunkten aus behandelt wurde. Die Ergebnisse der einzelnen Untersucher stehen teilweise im Gegensatz zueinander, teilweise stimmen sie miteinander überein. Diese so verschiedenen Angaben geben Veranlassung, zu der Frage etwas näher Stellung zu nehmen.

Die durch äußere Einflüsse, z. B. Kälte und Wärme, bedingte Veränderung der Blutzuckerkonzentration haben Embden, H. Lüthje und Liefmann näher untersucht. Ihre Versuche legten die Vermutung nahe, daß die durch Temperatureinflüsse bedingte Änderung des Blutzuckers im Dienste der Wärmeregulierung steht. Die genannten Untersucher konnten nämlich an Hunden in der Kälte ein Anwachsen, in der Wärme eine Abnahme des Blutzuckers beobachten und folgerten aus diesen Beobachtungen, daß der in der Kälte vermehrte Blutzucker als Ausdruck eines vermehrten Kohlehydrattransportes in die peripheren Verbrennungsstätten zur Deckung der in der Kälte gesteigerten Verbrennungen zu betrachten sei. Da sich nun gegen diese Auslegung der Versuche von Embden, Lüthje, Liefmann später zu besprechende schwerwiegende theoretische Bedenken ergaben und selbst die Ver-

suchsergebnisse von verschiedenen Forschern nicht bestätigt werden konnten, hielt Geiger die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Wärmeregulation und Blutzuckerkonzentration einer eingehenden Untersuchung wert, um so mehr, da Embden und seine Mitarbeiter mangels einer geeigneten Methode die durch Temperatureinflüsse bedingte Änderung der Blutzuckerkonzentration nicht fortlaufend bestimmen konnten. Geiger zeigte, daß die Hyperglykämie bereits, nachdem die Kaninchen rasiert und somit ihrer physiologischen Wärmeregulation beraubt waren, prompt eintrat. Diese Versuche beweisen also, daß nach Herabsetzung der Außentemperatur der von verschiedenen Autoren beobachtete Kältediabetes gelegentlich sich meldet. Andererseits zeigen aber seine Untersuchungen, daß die Hyperglykämie nicht die Folge der Herabsetzung der Umgebungstemperatur ist. Bleibt nämlich die Körpertemperatur infolge der wärmeregulatorischen Einrichtungen — trotz der umgebenden Kälte — normal, so ändert sich auch die Blutzuckerkonzentration nicht. Zur Hyperglykämie kommt es erst dann, wenn sich das durch Rasieren in seiner physiologischen Wärmeregulation geschädigte Tier unterkühlt. Man glaubte daher, den Kältediabetes besser als Unterkühlungshyperglykämie bezeichnen zu müssen. Da die Hyperglykämie erst bei relativem Versagen der Wärmeregulation auftritt, kann dieselbe auch nicht als eine im Dienste der Wärmeregulation stehende, vermehrten Kohlehydrattransport bezweckende Reaktion betrachtet werden.

In der zweiten Versuchsgruppe prüfte Geiger das

Verhalten der Blutzuckerkonzentration bei Steigerung der Außentemperatur. Die Kaninchen wurden zu diesem Zwecke in einen genau regulierbaren Wärmekasten gebracht. Die Untersucher beobachteten nun, daß im Falle einer Steigerung der Temperatur im Wärmekasten, die innerhalb von 4—5 Stunden von Zimmertemperatur, etwa 18° Celsius, auf 29—32° Celsius gebracht wurde, die Blutzuckerkonzentration sich innerhalb der Fehlergrenzen änderte, auch die Körpertemperatur blieb meist normal. Wurde aber die Steigerung der Außentemperatur plötzlich durchgeführt, indem das Tier in einen vorher aufgeheizten Wärmekasten gebracht wurde, so wurde meist Hyperglykämie beobachtet. Es konnten aber zwischen Hyperglykämie und Körpertemperatur keine regelmäßigen Beziehungen gefunden werden. Verfasser berichtet ferner über einige vergleichende Versuche, die die Steigerung der Außentemperatur, Hyperthermie und Hyperglykämie betrafen, aber keine deutliche Abhängigkeit dieser Faktoren von einander ergaben. Temperatur und Blutzuckerkurve stiegen anfangs zugleich, aber zur Zeit der höchsten Temperatur erreichte die Blutzuckerkurve schon wieder normale, evtl. subnormale Werte. In anderen Versuchen überwärmten sich die Kaninchen trotz der hohen Außentemperatur nur unbedeutend, die Blutzuckerkurve zeigte aber eine rasche, deutliche Hyperglykämie. In einigen anderen Fällen schließlich änderte sich die Blutzuckerkonzentration trotz hochgradiger Hyperthermie nicht. Die infolge der gesteigerten Außentemperatur aufgetretenen Hyperglykämien können also weder als Begleiterscheinungen der

gegen Überhitzung gerichteten wärmeregulatorischen Vorgänge, noch als Folgen der Hyperthermie betrachtet werden. Geiger glaubt, dieselbe auf andere, durch plötzliche Erwärmung provozierte Faktoren, wie psychische Erregungen Dyspnoe usw., zurückführen zu müssen. Geiger hebt ganz besonders hervor, daß durch Steigerung der Außentemperatur bedingte Hyperthermien, wie sie Embden, Lüthje, Liefmann beschrieben, niemals beobachtet wurden. Die mit Herabsetzung bzw. Steigerung der Außentemperatur einhergehenden Versuche zeigten, daß weder die durch Kälte bedingte Steigerung, noch die durch Wärme hervorgerufene Einschränkung der Verbrennungsprozesse zur Änderung der Blutzuckerkonzentration zu führen brauchen. Diese Feststellung steht in bestem Einklang mit den Befunden von Pollack über die Unabhängigkeit der Blutzuckerkonzentration von der Intensität des Stoffwechselprozesses und liefert einen neuerlichen Beweis für die Auffassung verschiedener Autoren, daß in der Blutzuckerkonzentration eine physiologische Konstante zu erblicken sei. Falls nämlich die Höhe des Blutzuckerniveaus tatsächlich von der Intensität des Stoffwechsels abhängen würde, müßte der Blutzuckergehalt aus der Reihe der physiologischen Konstanten ausscheiden, da doch der im Winter und kalten Klima erhöhte Stoffwechsel eine Steigerung, die im Wüstenklima und Sommer herabgesetzten Verbrennungen ein Sinken dieses Wertes bedingen müßten, eine Annahme, die aber allen experimentellen Erfahrungen widerspricht. So konnte doch Fujii für den Hund, Asakawa für das Kaninchen und

verschiedene Autoren für den Menschen jahreszeitliche Schwankungen des Blutzuckerwertes ausschließen. Auf Grund dieser Ausführungen sieht sich Geiger nicht berechtigt, in den beobachteten Unterkühlungshyperglykämien eine im Dienste der chemischen Wärmeregulation stehende zweckmäßige Mobilisation leicht verbrennbaren Materials zu erblicken.

Die zu einer solchen Deutung notwendige Annahme, daß nämlich der erhöhte Zuckergehalt des Blutes die Kohlehydratverbrennungen in den Organen steigern würde, scheint nun nach dem heutigen Stand der Stoffwechselphysiologie recht unwahrscheinlich zu sein. Es ist ja auch eine ganze Reihe anderer Hyperglykämien, wie die nach psychischer Erregung, Asphyxie usw. bekannt, die eine ähnliche teleologische Deutung von vornherein verbietet. Hiermit soll keineswegs das Bestehen von gewissen Beziehungen zwischen chemischer Wärmeregulation und Zuckerstoffwechsel geleugnet werden, da doch die Beweise für solche Zusammenhänge zuerst von Geiger erbracht wurden. Es ist anzunehmen, daß sich die Blutzuckerkonzentration der jeweiligen Höhe des Blutzuckertransportes anpaßt, daß sich ferner aus dem Blutzuckerniveau keine Schlüsse bezüglich der Intensität des Kohlehydratstoffwechsels ziehen lassen. Auf Grund der zitierten Untersuchungsbefunde wurde also gezeigt, daß äußere Einflüsse die Blutzuckerkonzentration in der angegebenen Weise beeinflussen. Es fragte sich nun, ob das kalte Seebad dieselben Veränderungen hervorruft oder ob der Körper im Wasser eine andere Reaktion zeigt.

Rowinski Paolo bestimmte die Veränderungen des Blutzuckers durch Seebäder, nachdem er den Versuchspersonen 250 g Traubenzucker verabreicht hatte. Er fand jedesmal eine Abnahme des Blutzuckers nach Seebädern (Adriatisches Meer), deren Temperaturen zwischen 19° und 23,5° lagen, deren Dauer zwischen 10 und 60 Minuten schwankte, bei einer Lufttemperatur zwischen 19 und 26°. Der Verfasser führt die Abnahme schon auf einen gesteigerten Zuckerverbrauch für wärmeregulatorische Zwecke zurück. Auf diesen schob er auch die verminderte Hyperglykämie auf Zuckerzufuhr nach dem Bade, indem die durch den gesteigerten Kohlehydratverbrauch sich entleerenden Glykogendepots mit Hilfe des Zuckers sich wieder auffüllen. Auch Gurwitsch fand an Kaninchen und einem Ferkel nach Applikation von Sol- und Süßwasserbädern bei 37° und einer Stunde Dauer in der Mehrzahl der Fälle eine geringe Herabsetzung des Blutzuckerspiegels, in anderen Fällen aber eine ganz geringe Steigerung der Blutzuckerwerte. Diener und Witsch kamen zu dem Schluß, daß der Blutzucker bei Bäderapplikation regelmäßig absinkt. Nach CO_2-Bädern fand Arnoldi in 6 Versuchen eine Blutzuckersenkung, nimmt aber an, daß unter gewissen Bedingungen auch ein Anstieg des Blutzuckerspiegels durch die CO_2-Bäder erzielt werden kann. Dr. Messerle schien es unwahrscheinlich, daß der Blutzucker regelmäßig absinke; denn ein wichtiger Faktor bei der Verabfolgung eines Bades ist die Temperatur desselben. Nach seiner Auffassung können warme Bäder nicht im gleichen Sinne wie

kalte Bäder wirken, da z. B. die verschiedene Außentemperatur nach Arnoldi verschieden auf den Blutzucker wirkt. Und zwar senke die warme Außentemperatur den Blutzuckerwert, die kalte aber steigere ihn. Um den Einfluß der Temperatur des Bades auf den Blutzuckerspiegel zu untersuchen, verabreichte er den Versuchspersonen zunächst ein schwaches Solbad von 36—38° mit 20 Minuten Dauer. Einige Tage später ein Süßwasserbad von der gleichen Temperatur. Er bestimmte den Blutzuckerspiegel sofort, eine halbe Stunde, eine Stunde und zwei Stunden nach dem Bade. Die Untersuchten blieben während der ganzen Versuchsdauer nüchtern. Auf diese Weise fand er, daß die kühlen Sol- und Süßwasserbäder direkt entgegengesetzt den warmen Bädern die Blutzuckerkonzentration beeinflussen: und zwar stieg der Blutzuckerwert nach kühlen Bädern von 26° bei einzelnen Versuchspersonen bis um 20% und mehr. Übrigens sah er nicht nur unmittelbar nach dem Bade, sondern auch noch 1 bis 2 Stunden später einen deutlichen höheren Blutzucker als vor dem Bade.

Auf Grund der Tatsache, daß warme Bäder den Blutzucker herabsetzen, hat der Verfasser Versuche an drei Diabetikern angestellt. Durch warme Bäder von 40° Celsius brachte er bei diesen Patienten sowohl den Harnzucker wie den Blutzucker zum Sinken. Bruno Kisch fand ebenfalls bei Hunden unmittelbar nach der Kälteeinwirkung eine Steigerung des Blutzuckerspiegels ziemlich regelmäßig. Sie war aber nicht erheblich und ging bald trotz fortdauernder Kälteeinwirkung vorüber. Zu ähnlichen Resultaten kam auch

Barbour Hermann, der einen direkten Zusammenhang zwischen Blutzuckeranstieg und Temperaturabfall feststellen konnte. Blutzuckervermehrung führt zur Blutverdünnung und Zunahme des peripheren Blutstromes und damit zur vermehrten Wärmeabgabe. Diener und Witsch vertraten die Anschauung, daß der Kohlehydratstoffwechsel durch das warme Bad beeinflußt werde. Sie fanden neunmal bei zehn Versuchen ein Absinken des Blutzuckerspiegels zum Teil um ein beträchtliches, bis zu hypoglämischen Werten. Griffith Fred machte ähnliche Versuche mit Katzen. Mit der Schlundsonde goß er 200 ccm Eiswasser und 200 ccm körperwarmes Wasser ein und bestimmte jedesmal den Blutzucker. Die Resultate ergaben, daß auf den anfänglich immer steilen Anstieg und Abfall des Blutzuckers bei der Eiswassergabe ein bis zwei Stunden nachher ein erneutes langsames Steigen des Blutzuckers erfolgte.

All diese Untersuchungen zeigten, daß von den verschiedenen Autoren Veränderungen der Blutzuckerkonzentration festgestellt wurden, die im wesentlichen durch die Temperatur des Bades bedingt waren. Es kann zusammenfassend gesagt werden, daß die Blutzuckerkonzentration durch das kalte Bad gesteigert und im Gegensatz hierzu durch das warme Bad herabgemindert wird.

Angesichts der Tatsachen, daß die bisherigen Resultate entschieden divergierten und daß sie einerseits an einer zu geringen Zahl der Versuchsindividuen, andererseits an unphysiologischen Versuchsanordnungen krankten, habe ich im Ostseebad Warnemünde Untersuchungen an 40 stoffwechsel-

gesunden Versuchspersonen vorgenommen mit insgesamt 84 Einzeluntersuchungen. Die Untersuchungen wurden nur für das kalte Seebad durchgeführt, dessen Temperatur zwischen 15° und 18° schwankte. Die Ergebnisse stimmen zum Teil mit den Resultaten der angeführten Verfasser überein, zum Teil stehen sie aber im direkten Gegensatz.

Die Versuche wurden folgendermaßen durchgeführt: unmittelbar vor dem Bade wurde dem zu Untersuchenden 0,2 ccm Blut aus dem Ohrläppchen entnommen. Dann badete die Versuchsperson 10 bis 15 Minuten. Sofort nach dem Bade wurde wieder Blut entnommen und mittels der Benediktschen Blutzuckerbestimmungsmethode auf seinen Blutzuckergehalt untersucht. Sämtliche Versuche wurden nüchtern durchgeführt. Die Ergebnisse haben nun gezeigt, daß fast regelmäßig eine Veränderung des Blutzuckerspiegels nachzuweisen war, wie aus der Gesamttabelle ersichtlich ist.

Nr.	Name	Vor dem Bade	Nach Bade	Bemerkungen
1	Leicht	0,07	0,10	
2	Cesar	0,09	0,115	
3	Plopper	0,07	0,09	
4	Werner	0,09	0,11	
5	Dasser	0,095	0,11	
6	Golcher	0,07	0,08	
7	Restemeier	0,08	0,09	10—15 Min. Seebad
8	Ehrlich	0,085	0,12	
9	Clausen	0,095	0,13	
10	Zetsche	0,105	0,135	
11	Dr. Berg	0,08	0,10	
12	Dr. Berg	0,075	0,10	
13	Dr. Berg	0,07	0,10	

Nr.	Name	Vor dem Bade	Nach dem Bade	Bemerkungen
14	Dr. Berg	0,07	0,08	
15	Catrein	0,075	0,11	
16	Catrein	0,08	0,11	
17	Catrein	0,085	0,08	
18	Mella	0,09	0,13	
19	Melchert	0,075	0,125	
20	Schöndorf	0,07	0,085	
21	Wilhelm	0,08	0,10	
22	X	0,115	0,115	
23	Y	0,075	0,11	10—15 Min. Seebad
24	Dr. Berg	0,085	0,09	
25	Wilhelm	0,08	0,01	
26	Schoch	0,07	0,085	
27	Melchert	0,07	0,135	
28	Catrein	0,09	0,09	
29	Straube	0,07	0,08	
30	Schöndorf	0,075	0,09	
31	Dr. Berg	0,07	0,08	
32	Catrein	0,08	0,09	
33	Dr. Berg	0,07	0,085	10 Min. im Wasser liegen
34	Dr. Berg	0,085	0,08	15 Min. Luftbad
35	Catrein	0,09	0,10	10 Min. im Wasser liegen
36	Catrein	0,075	0,085	
37	Schrobback	0,12	0,12	
38	Hektor	0,07	0,07	15 Min. Luftbad
39	Straube	0,12	0,12	
40	Melchert	0,07	0,075	

Diese Tabelle gibt einen Überblick über die Ergebnisse von sämtlichen Versuchspersonen. Aus ihr wird klar ersichtlich, daß im Anschluß an das Seebad eine deutliche Steigerung der Blutzuckerkonzentration eintritt. Der Einfluß des kalten Seebades macht sich ferner bei einigen Versuchspersonen in einem viel stärkeren Maße bemerkbar als bei

dem größten Teile der Untersuchten. Es erscheint zunächst eigenartig, daß dasselbe Bad bei dem einen eine größere Steigerung, bei dem anderen eine geringere Steigerung des Blutzuckers hervorruft. Die nähere Betrachtung der in Tabelle I zusammengestellten Versuchspersonen ergab, daß es sich meistens um Personen mit asthenischem Habitus handelte. Die Ursache der Steigerung würde zum Teil in der Konstitution dieser Leute zu suchen sein, da diese ja auch bei anderen Untersuchungen viel stärker reagieren als andere Typen.

Tabelle I.

Nr.	Name	Vor dem Bade	Nach dem Bade	Bemerkungen
1	Leicht	0,07	0,10	
2	Ehrlich	0,085	0,12	
3	Clausen	0,095	0,13	
4	Zetsche	0,105	0,135	
5	Mella	0,09	0,13	10—15 Min. Seebad
6	Melchert	0,075	0,125	
7	X	0,115	0,155	
8	Y	0,075	0,11	
9	Melchert	0,07	0,135	

Einen direkten Zusammenhang zwischen Temperatur des Bades und Blutzuckerkonzentration konnte ich nicht nachweisen. Dieser etwaige Zusammenhang ließe sich meiner Ansicht nach nur bei Applikation größerer Temperaturunterschiede feststellen; diese war in unserem Falle nicht möglich, da die Wassertemperatur nur zwischen 15 und 18° C sich bewegte.

Ich habe ferner versucht, die Resultate bei ruhigen Wasserverhältnissen und bei stürmischer See miteinander zu vergleichen. Es gelang mir aber nicht, gesetzmäßige Unterschiede nach Anwendung derartig differenter Wasserverhältnisse festzustellen.

Zu Beginn der Untersuchungen glaubte ich, daß der regelmäßig erhöhte Blutzucker hauptsächlich auf die beim Schwimmen vermehrte körperliche Tätigkeit zurückzuführen und erst in zweiter Linie durch die Temperatur des Bades bedingt sei. Die Untersuchungen ergaben jedoch, daß die Kältewirkung des Bades schon eine Steigerung der Blutzuckerkonzentration hervorrief, vielleicht bedingt durch die vermehrte Wärmeabgabe und den dadurch erhöhten Stoffwechsel. Denn das ruhige Liegen im Wasser allein genügte schon, in den untersuchten Fällen eine Steigerung des Blutzuckers zu veranlassen, während die beim Schwimmen noch hinzukommende Muskelarbeit in den meisten Fällen den durch die Kältewirkung des Bades schon erhöhten Blutzuckerspiegel nicht wesentlich beeinflußte.

Die Versuchsanordnung, die zu diesen Ergebnissen führte, war folgende. Ich ließ die Versuchspersonen sich zuerst 10 Minuten ins Wasser legen, so daß die ganze Körperoberfläche vom Wasser umspült wurde, und bestimmte den Blutzucker. Daraufhin ließ ich am folgenden Tage die Versuchspersonen 15 Minuten im Wasser umherschwimmen und bestimmte dann den Blutzucker. Es zeigte sich bei Gegenüberstellung der gefundenen Werte, die in Tabelle II angegeben sind, daß durchschnittlich eine Steigerung von

20 mg%, sei es beim Schwimmen, sei es bei ruhigem Liegen im Wasser, festgestellt wurde. Schwankte auch hier die Wassertemperatur zwischen 15 und 18° C, so ließen sich, wie schon oben angegeben, keine wesentlichen Veränderungen bezüglich einer Blutzuckersteigerung feststellen, welche mit dem Ansteigen oder Abfallen der Temperatur des Wassers in irgendwelchen Zusammenhang hätten gebracht werden können.

Tabelle II.

Nr.	Name	Vor dem Bade	Nach dem Bade	Bemerkungen
1	Dr. Berg	0,07	0,085	10 Min. im Wasser liegen
2	Dr. Berg	0,075	0,095	
3	Catrein	0,09	0,105	
4	Catrein	0,075	0,09	
5	Dr. Berg	0,08	0,10	15 Min. schwimmen
6	Dr. Berg	0,075	0,10	
7	Catrein	0,08	0,10	
8	Catrein	0,085	0,11	

Nachdem nunmehr festgestellt war, daß die Kältewirkung des Bades allein schon genügte, den Blutzucker zu steigern, untersuchte ich, ob nicht auch die Lufttemperatur den Blutzucker in dieser Hinsicht beeinflusse. Die Versuchsanordnung blieb dieselbe, nur ließ ich die Versuchspersonen am Strande sich ruhig hinlegen und die Außentemperatur sowohl bei bedecktem Himmel wie bei Sonne eine Viertelstunde auf ihren Körper einwirken. Es zeigte sich aber, wie Tabelle III ersehen läßt, daß Veränderungen zum Teil nur sehr gering waren, so gering, daß sie im Bereich

der Fehlerbreite der Methode blieben, zum Teil völlig ausblieben. Ich komme also zu dem Schluß, daß das Luftbad den Blutzucker nicht nennenswert beeinflußt. Es ist anzunehmen, daß die durch das Luftbad hervorgebrachten Temperaturveränderungen zu gering waren, als daß der Körper auf diesen schwachen Reiz reagierte.

Tabelle III.

Nr.	Name	Vor dem Bade	Nach dem Bade	Bemerkungen
1	Dr. Berg	0,085	0,08	
2	Catrein	0,075	0,08	
3	Schrobback	0,12	0,12	15 Min. Luftbad bei 20—21° C
4	Hektor	0,07	0,07	
5	Straube	0,12	0,12	
6	Melchert	0,095	0,10	

Nachdem ich nun, wie in den beiden ersten Tabellen angegeben, nach kaltem Bad eine Steigerung der Blutzuckerkonzentration feststellen konnte, interessierte die Frage, wie lange diese Blutzuckersteigerung nach dem Bade noch anhielt. Ich kontrollierte deshalb eine Stunde nach dem Bade den Blutzuckerspiegel und fand, daß nach dieser Zeit der Blutzucker sich noch auf derselben Höhe hielt wie unmittelbar nach dem Bade. Es ist also anzunehmen, daß die Wirkung des Bades den Blutzuckerspiegel auf längere Zeit hin beeinflußt. Leider ließ sich nicht feststellen, wieviel Stunden sich der Blutzucker auf dieser Höhe hielt. Nachstehende Tabelle gibt die gefundenen Resultate wieder.

Tabelle IV.

Nr.	Name	Vor dem Bade	Nach Bade	Nach 1 Std.	Bemerkungen
1	Dr. Berg	0,075	0,10	0,10	15 Min. Seebad
2	Dr. Berg	0,07	0,11	0,11	
3	Catrein	0,09	0,105	0,105	
4	Catrein	0,07	0,12	0,12	

Es war nun auffallend, daß die Blutzuckerkurve von 2 Versuchspersonen, die während 3 Monaten fast jeden zweiten Tag badeten und deren Blutzucker ich in einigen Abständen untersuchte, ein eigenartiges Verhalten zeigte. Ich konnte nämlich feststellen, daß der Blutzucker jener Personen, der in der ersten Zeit eine deutliche Steigerung aufwies, diese Eigenschaft in späteren Wochen mehr und mehr einbüßte. Nachdem die Versuchspersonen sich an die Baderei gewöhnt hatten, wurde also die Steigerung der Blutzuckerkonzentration immer geringer. Und in der letzten Hälfte der Untersuchungszeit reagierten die Versuchspersonen kaum noch auf das kalte Bad. Es muß aber bemerkt werden, daß die beiden Versuchspersonen körperlich in ausgezeichneter Verfassung und gut durchtrainiert waren. Hieraus läßt sich also der Schluß ziehen, daß mit der Gewöhnung an das kalte Seebad die Blutzuckerkonzentration nicht die anfänglich hohe Steigerung aufweist, sondern immer mehr dem Ausgangspunkt, d. h. dem Werte, der vor dem Bade gefunden wurde, näherkommt.

Diese Resultate stimmen übrigens zu den Ergebnissen verschiedener Autoren, die ähnliche Beziehungen zwischen

Körperarbeit und Blutzuckerkonzentration auffinden konnten. Im Jahre 1886 befaßten sich Chevreau und Kaufmann mit diesem Thema. Später publizierte Weiland einige Fälle, bei denen nach der Arbeit eine Senkung des Blutzuckers zu konstatieren war. Lichtwitz teilt mit, daß in einer Reihe von Fällen nach einer kurz andauernden, aber intensiven Muskelarbeit der Blutzucker unverändert blieb. Schließlich befaßte sich Bürger mit der Frage und stellte einige interessante Tatsachen fest. Er konstatierte vor allem, daß

1. gesetzmäßig quantitative Beziehungen zwischen der Größe der geleisteten Arbeit und der Veränderung der Blutzuckerwerte nicht festzustellen sind;
2. daß der Verminderung des Blutzuckers oft eine Vermehrung vorausgeht, und
3. daß eine nochmalige Untersuchung des Blutzuckers nur einen unvollkommenen Aufschluß über die Wirkung der Arbeit auf den Blutzuckergehalt geben kann, da die Veränderungen des Blutzuckers bei verschiedenen Personen und gleicher Leistung zu verschiedenen, vorher nicht übersehbaren Zeiten eintraten.

Diese so verschiedenen Berichte und die ganz differente Art des Reagierens verschiedener Individuen auf gleiche Arbeitsleistung, ja, wie oft beobachtet wurde, ein und desselben Individuums auf die gleiche Leistung, wenn man den Versuch öfters wiederholt, waren der Anlaß zu dieser Untersuchung. Die Fragestellung war folgende: Reagiert nun der geübte, an körperliche Arbeit gewöhnte, also trai-

nierte Organismus mit der Einstellung seines Blutzuckers anders auf die Muskelarbeit als der schwächere, nicht trainierte, und kann dieser zweite Typus durch ein regelmäßiges Training in den ersten überführt werden? In der Literatur sind diesbezügliche Beobachtungen fast gar nicht gemacht worden. Nur Lichtwitz teilt einen Fall mit, wo ein gut trainierter Mann nach einer ungewöhnlich großen Arbeit einen normalen Blutzucker aufwies. Ferner spricht Bürger die Vermutung aus, daß die primäre Arbeitshyperglykämie um so höher ausfällt, je geringer die Übung, und daß bei einer Wiederholung der Arbeit die Arbeitshyperglykämie geringer ausfällt oder überhaupt ausbleibt. Der Verfasser zeigt an 8 Fällen, wie die Blutzuckerkurve immer gleichmäßiger wird und schließlich einer Geraden ähnelt. Zusammenfassend zeigt der Verfasser, daß die Arbeitshyperglykämie mit zunehmendem Training immer geringer wird und schließlich verschwindet. Ferner wird gezeigt, daß allmählich die Hyperglykämie abklingt, so daß wir endlich bei gut trainiertem Körper einen geraden Verlauf der Blutzuckerkurve finden.

Wie kommt nun diese nach Bädern auftretende Hyperglykämie oder Hypoglykämie zustande? Geiger hat sich mit dieser Frage beschäftigt und den Mechanismus der zentralen wärmeregulatorischen Einrichtungen untersucht. Er hat die Möglichkeit in Erwägung gezogen, daß das Wärmezentrum den durch Temperaturveränderungen bedingten Reiz im Wege der unter seiner Herrschaft befindlichen vegetativen Zentren beantwortet, und zwar in der Weise, daß

die niedrigen vegetativen Zentren, durch intrazentrale, vom Wärmezentrum herrührende Erregungen von den Bedürfnissen des Gesamtorganismus benachrichtigt, die Intensität der ihnen untergeordneten, in der Peripherie ablaufenden Stoffwechselteilprozesse regeln. Experimentell am leichtesten zugänglich erschien ihm das Zuckerzentrum, über dessen physiologische Rolle wir trotz seiner bereits vor langer Zeit erfolgten Entdeckung nur recht wenig wissen und dessen Erregungszustand sich durch Blutzuckerbestimmung gut kontrollieren läßt. Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, zu untersuchen, ob zwischen dem Erregungszustand des Wärmezentrums und dem Zuckerzentrum sich irgendwelche Zusammenhänge auffinden lassen. Zu dieser Frage haben in der Literatur bereits manche Angaben vorgelegen. So wurde seit der Entdeckung des Kältediabetes durch Claude Bernard die in der Kälte beobachtete Hyperglykämie wiederholt mit der Funktion der wärmeregulatorischen Einrichtungen in Zusammenhang gebracht. Was nun den Mechanismus dieser Hyperglykämie anbelangt, so konnte Geiger sich davon überzeugen, daß dieselbe ausbleibt, wenn die Splanchnici durchschnitten sind. Sie dürfte also, gleich der Hyperglykämie, Folge zentraler Erregungen sein. Der durch die Splanchinici zu den Nebennieren geleitete Reiz führt scheinbar durch erhöhte Adrenalinsekretion zu gesteigerter Zuckerproduktion. Diese Auffassung stimmt auch mit den Beobachtungen von Cannon und Quericke überein, da diese den Adrenalingehalt des Blutes nach Unterkühlung erhöht fanden. Wie es aber bei Unterkühlung zur

zentralen Reizung der Splanchnici kommt, können Verfasser auf Grund ihrer Versuche nicht entscheiden. Zwei Möglichkeiten scheinen zur Erklärung geeignet zu sein: die eine, daß das unterkühlte Blut direkt das Zuckerzentrum reizt, oder die andere, daß die durch Unterkühlung hervorgerufene Erregung des Wärmezentrums auf intrazentralen Bahnen zum Zuckerzentrum weitergeleitet wird. Die bei der arzneilichen Antipyrese gewonnenen Erfahrungen lassen den letzten Modus als wahrscheinlicher erscheinen; um so mehr, als auch die Versuche von Morita in diesem Sinne gedeutet werden können. Moritas Versuchstiere, an denen der Kältestich ausgeführt wurde, konnten täglich bis 30° abgekühlt werden, ohne daß bei ihnen eine Hyperglykämie aufgetreten ist. Dieser Kältestich verletzt die vom Zwischenhirn zur Medulla oblongata ziehenden Fasern, so daß das Ausbleiben der Hyperglykämie möglicherweise dadurch bedingt ist, daß durch Durchtrennung der intrazentralen Verbindungen die Erregung vom hypothetischen Wärmezentrum zum Zuckerzentrum nicht weitergeleitet werden konnte.

Ich kann meine Resultate wie folgt zusammenfassen:

1. Das kalte Seebad steigert den Blutzuckerspiegel des Stoffwechselgesunden in der Regel um 25 mg%.
2. Die einzelnen Körperkonstitutionen reagieren bezüglich ihrer Blutzuckerkonzentration verschieden auf das kalte Bad, am stärksten die asthenischen, muskelschwachen.
3. Die Kältewirkung des Wassers allein bedingt schon eine Steigerung des Blutzuckers.

4. Das Luftbad am Strande hat keinen nennenswerten Einfluß auf den Blutzucker.
5. Die Steigerung des Blutzuckers läßt sich noch eine Stunde nach dem Bade nachweisen.
6. Die längere Gewöhnung an Seebäder bringt die anfängliche Tendenz zur Blutzuckersteigerung nach dem Bade allmählich ganz zum Verschwinden.

Am Schluß meiner Arbeit möchte ich nicht verfehlen, Herrn Prof. Dr. H. Curschmann meinen herzlichsten Dank für die Überlassung des Themas und die liebenswürdige Unterstützung auszusprechen.

Literatur.

1) Embden, Lüthje und Hofmeisters Beiträge 1907 Bd. 10 S. 207. Liefmann.
2) E. Geiger, Archiv für experimentelle Pathologie Bd. 121, 1927: Temperatur und Blutzucker.
3) Rowinski, Paolo, Archivo di Sci. biolog. **11**, 224—250 (1928).
4) Messerle, Zeitschrift für die gesamte Therapie Bd. 35, 1928: Blutzucker nach Sol- und Süßwasserbad.
5) Diener u. Witsch, Zeitschrift f. d. gesamte phys. Therapie Bd. 33 S. 149 (1927): Süßwasserbad und Blutzucker.
6) Kisch, Klinische Wochenschrift 1929 I S. 695—697: Blutzucker und Temperatur.
7) Griffith, Fred R., Proc. of the soc. f. exp. biol. a. med. Bd. 23 Nr. 6 S. 466 (1926): Temperatur und Blutzucker.
8) Hofmann, Klinische Wochenschrift 7. Jahrg. 1928 II: Training und Blutzucker.
9) Asakakawa, Mitteilungen a. d. med. Fakultät d. kais. Universität Tokio 1921 Bd. 25.
10) Morita, Tohoku journ. of exp. med. 1921 Bd. 20 S. 403.
11) Lichtwitz, Berlin. klin. Wochenschrift 1914 Nr. 22.
12) Chevreau u. Kaufmann, C. r. 1886, 103.
13) Bürger, Verh. d. Deutsch. Gesellsch. f. inn. Med. Bd. 33 S. 303 (1921).
14) Barbour, H., Journal of pharmacol. a. exp. therap.
15) Arnoldi, Münch. med. Wochenschrift 1922 S. 1078.
16) Gurwitsch, Zeitschrift f. d. ges. phys. Therapie Bd. 29 S. 96 (1925).

Lebenslauf.

Am 14. Dezember 1904 zu St. Wendel als Sohn des Werkmeisters Jakob Catrein geboren, besuchte ich die Volksschule zu St. Wendel bis zum 10. Lebensjahre und anschließend das humanistische Gymnasium daselbst. Das Reifezeugnis erwarb ich Ostern 1924. Mein Studium begann ich im Sommersemester 1924 in München und besuchte dann die Universitäten Bonn, Wien und Rostock. Das Physikum bestand ich im März 1928 in Bonn, das Staatsexamen habe ich am 18. Juli 1931 beendet.